



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS**  
**BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA**

**GILMARIA FIRMO MARINHO**

**FORNECIMENTO DE TREONINA E GLUTAMINA *IN OVO* SOBRE O  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

BANANEIRAS – PB

2024

**GILMARIA FIRMO MARINHO**

**FORNECIMENTO DE TREONINA E GLUTAMINA *IN OVO* SOBRE O  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria da Universidade Federal da Paraíba, em atendimento às exigências para obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

**Área de conhecimento:** Ciências Agrárias; Nutrição e Alimentação Animal.

**Orientador:** Prof. Dr. Alexandre Lemos de Barros Moreira Filho

**Coorientador:** Msc. Thalys José de Oliveira

BANANEIRAS – PB

2024

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

M338f Marinho, Gilmaria Firmo.

Fornecimento de treonina e glutamina in ovo sobre o desempenho de frangos de corte na fase inicial / Gilmaria Firmo Marinho. - Bananeiras, 2024.

31 f.

Orientador: Alexandre Lemos de Barros Moreira Filho.

Coorientador: Thalís José de Oliveira.

TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Aminoácidos. 2. Desenvolvimento embrionário.  
3. Frangos de Corte. I. Moreira Filho, Alexandre Lemos de Barros. II. Oliveira, Thalís José de. III. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 636.5

**GILMARIA FIRMO MARINHO**

**FORNECIMENTO DE TREONINA E GLUTAMINA *IN OVO* SOBRE O  
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em atendimento às exigências para a obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

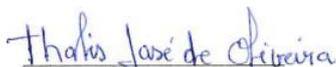
Data: 31/01/2024

Resultado: Aprovado

Comissão Examinadora



Prof. Dr. Alexandre Lemos de Barros Moreira Filho (DCA/UFPB)  
Orientador



Msc. Thalys José de Oliveira  
(PPGZ/CCA/UFPB) Coorientador



Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal (DCA/UFPB)  
Examinador



Msc. Hemilly Marques (PPGZ/CCA/UFPB)  
Examinadora

BANANEIRAS - PB  
2024

A fé é o começo de toda grande realização.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meu refúgio por ter me permitido chegar até aqui, sempre presente em todos os momentos e me fazendo acreditar que é possível.

Aos meus pais, por todo apoio e incentivos para não desistir, por entender as minhas ausências durante esses anos de graduação, vocês são o motivo pelo qual eu busco ser melhor a cada dia.

Aos meus irmãos, Ginaldo, Gian, Gabrillen, Thamara e Gabriel, obrigada por existirem na minha vida.

As minhas cunhadas, Neide e Verônica por terem me presenteado com uma dadiva tão grande de ser tia, Davi e Giovanna foram os melhores presentes da vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Lemos, pelas oportunidades concedidas e por toda paciência, gratidão sempre.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Fisiologia Aviária, gratidão por terem me acolhido tão bem desde início e por todo conhecimento compartilhado, Hemilly, Venício, Thalís José, Elyson, tive a oportunidade de compartilhar desde perrengues nos experimentos até momentos de descontração e boas risadas.

Willyane, pelas contribuições e amizade construída durante o desenvolvimento deste trabalho.

A José Narciso, pela amizade desde o primeiro período até agora sempre do meu lado em todos os momentos, ele sempre será o meu amor em forma de amizade.

A Shara, que também sempre foi presente e compartilhamos muitos perrengues na caminhada.

A Janaína, Augusto, Adriane, Aline, pela amizade que construímos no setor de bovinocultura e que continuou.

A Universidade Federal da Paraíba e ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, gratidão pelas inúmeras oportunidades concedidas durante a minha formação.

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba pelo financiamento da pesquisa.

Ao CNPq/UFPB pela concessão da bolsa de iniciação científica.

E a todos aqueles que fizeram parte dessa caminhada, muito obrigada!

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação embrionária com treonina e glutamina *in ovo* sobre as características de desempenho de frangos de corte na fase inicial. Foram utilizados 450 ovos obtidos de incubatório comercial, provenientes de matrizes da linhagem CobbMale com 33 semanas de idade, distribuídos em três tratamentos, correspondentes a três soluções suplementadas *in ovo* (S1 = solução salina; S2 = solução de treonina 3,5%; S3 = solução de glutamina 3,5%). Após a eclosão, os pintainhos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 10 animais cada. Foram avaliadas as características de desempenho consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Aos sete dias de idade os tratamentos suplementados com solução salina (controle) e solução glutamina, apresentaram maior ganho de peso. Para variável conversão alimentar observou-se piores valores para os tratamentos controle e glutamina, e melhor conversão para a suplementação *in ovo* de treonina. Aos 14 dias de idade, o consumo de ração e o peso corporal não apresentaram diferença. A suplementação com solução salina proporcionou melhor ganho de peso e pior conversão alimentar aos 14 dias. Aos 21 dias não houve diferença para os parâmetros consumo de ração e ganho de peso, a conversão foi menor para o tratamento suplementado com glutamina e semelhantes entre os tratamentos controle e treonina. Com base nos resultados obtidos é possível concluir que uso dos aminoácidos na suplementação *in ovo*, não influenciou no desempenho de frangos de corte na fase inicial.

**Palavras-chave:** Aminoácidos, desenvolvimento embrionário, frangos de corte, nutrição *in ovo*.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of embryonic supplementation with threonine and glutamine *in ovo* on the performance characteristics of broiler chickens in the initial phase. We used 450 eggs obtained from a commercial hatchery, from 33-week-old CobbMale breeders, distributed in three treatments, corresponding to three solutions supplemented *in ovo* (S1 = saline solution; S2 = 3.5% threonine solution; S3 = 3.5% glutamine solution). After hatching, the chicks were distributed in a completely randomized experimental design, with four replications of 10 animals each. The performance characteristics of feed intake, weight gain and feed conversion were evaluated. At seven days of age, treatments supplemented with saline solution (control) and glutamine solution showed greater weight gain. For the feed conversion variable, worse values were observed for the control and glutamine treatments, and better conversion for *in ovo* threonine supplementation. At 14 days of age, feed intake and body weight showed no difference. Supplementation with saline solution provided better weight gain and worse feed conversion at 14 days. At 21 days there was no difference for the feed intake and weight gain parameters, the conversion was lower for the treatment supplemented with glutamine and similar between the control and threonine treatments. Based on the results obtained, it is possible to conclude that the use of amino acids *in ovo* supplementation did not influence the performance of broiler chickens in the initial phase.

**Keywords:** Amino acids, fetal develop, broilers, *in ovo* nutrition.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Descrição dos tratamentos experimentais .....	19
<b>Tabela 2.</b> Composição alimentar e nutricional das dietas formuladas para frango de corte na fase inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias) .....	20
<b>Tabela 3.</b> Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 7 dias de idade submetidos à suplementação embrionária .....	22
<b>Tabela 4.</b> Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 14 dias de idade submetidos à suplementação embrionária.....	23
<b>Tabela 5.</b> Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos .....	23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
3.1 INCUBAÇÃO E NUTRIÇÃO <i>IN OVO</i> .....	13
3.2 GLUTAMINA .....	15
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO .....	18
4.1.2 Aquisição dos ovos distribuição dos tratamentos e início da incubação .....	18
4.3 SUPLEMENTAÇÃO <i>IN OVO</i> .....	18
4.2.1 Eclosão, instalação das aves e distribuição da dieta .....	19
4.3 DESEMPENHO.....	20
4.3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	21
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A incubação é uma das etapas mais críticas dentro da cadeia produtiva avícola, pois o sucesso dessa etapa é dependente de diversos fatores como: idade, sanidade, nutrição das matrizes, temperatura, umidade, ventilação, viragem, qualidade dos ovos e transporte dos ovos até o incubatório. Todas as etapas podem comprometer a qualidade do ovo e posteriormente o desenvolvimento do embrião, o que vai impactar diretamente na qualidade do pintainho.

Nesse sentido, algumas alternativas de manipulação durante o processo de incubação estão sendo estudadas para melhoria da qualidade dos pintinhos na fase pós-eclosão. A suplementação *in ovo* é um método alternativo para fornecer nutrientes, ou outras substâncias ao embrião antes do momento da eclosão. Segundo Rosalen et al. (2020) a composição nutricional presente no ovo pode não ser suficiente para assegurar o desenvolvimento embrionário e o vigor na eclodibilidade para as novas linhagens comerciais, tornando necessária a adoção de alternativas que sejam capazes de suprir as exigências nutricionais.

Sendo assim, a administração de nutrientes *in ovo* pode ser definida como uma alternativa para proporcionar aporte nutricional para o embrião, garantindo melhor desempenho e promovendo adaptações precoces do trato gastrointestinal pós-eclosão (Moreira Filho et al., 2018). Esse desenvolvimento intestinal ocorre devido à presença e ingestão de nutrientes inoculados nos ovos de forma precoce (Leitão et al., 2014). Vários nutrientes podem ser utilizados na técnica de suplementação, como carboidratos, aminoácidos, vitaminas e minerais, com o objetivo de suprir possíveis déficits na qualidade do ovo devido alguns fatores relacionados à matriz poedeira (Awis et al., 2022; Goel et al., 2013; Leitão et al., 2014; Rufino et al., 2018).

A treonina e glutamina destacam-se por serem caracterizados como aminoácidos funcionais para a melhoria da saúde e integridade intestinal. A glutamina é caracterizada como fator não peptídico que estimula a proliferação e migração de células epiteliais intestinais (Dignass, 2001; Rodrigues e Samak, 2012). A treonina (Thr) é o terceiro aminoácido limitante de frangos de corte, depois da metionina e lisina ela desempenha importantes funções na síntese proteica, que é essencial para a manutenção da saúde e integridade intestinal (Faure et al., 2005; Star et al., 2012). A Thr representa mais de 30% das proteínas do intestino (Bertolo e Nichols, 2008). A utilização desses aminoácidos em conjunto vem sendo estudada ao decorrer dos anos, por meio dos

trabalhos científicos, visando sempre analisar seus potenciais efeitos no trato gastrointestinal das aves, ambos os aminoácidos possuem a função de agir no intestino proporcionando uma melhoria na saúde intestinal e conseqüente podem promover melhoria no desempenho dos animais.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do fornecimento de treonina e glutamina durante a fase de desenvolvimento embrionário sobre as características de desempenho de frangos de corte na fase inicial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da suplementação embrionária com treonina e glutamina sobre as características de desempenho de frangos de corte na fase inicial.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Avaliar o efeito da suplementação embrionária com treonina e glutamina sobre peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte na fase inicial.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Incubação e Nutrição *in ovo*

A incubação artificial pode ser definida como um dos mais importantes avanços para o desenvolvimento da cadeia produtiva em níveis mundiais, tornando a avicultura um dos setores produtivos de maior destaque nos últimos anos, e isso está associado a sua alta produtividade, proporcionando a produção de proteína animal de baixo custo e alto valor biológico (Macari et al., 2010).

Por outro lado, a incubação também representa um dos momentos mais desafiadores, e que não depende apenas das medidas adotadas pelos incubatórios, pois o sucesso nesta etapa depende de vários processos anteriores que englobam desde a idade e nutrição das matrizes poedeiras até as condições de biossegurança das granjas. Que serão primordiais para a qualidade do ovo e êxito no processo de incubação (Ferreira e Lauvers, 2011). Diferente de outras espécies o desenvolvimento dos embriões avícolas durante o período de incubação, dependem dos nutrientes depositados no ovo fértil em seu processo de formação (Uni et al., 2012).

Levando em consideração que, a composição nutricional presente no ovo torna-se insuficiente para atender as exigências nutricionais das linhagens avícolas geneticamente melhoradas, ou seja, as concentrações dos nutrientes presentes na composição do ovo não conseguem atender de maneira satisfatória o desenvolvimento embrionário principalmente na fase final do processo, e podendo comprometer o processo de eclosão (Gonzales et al., 2013).

Com isso, a técnica para fornecimento de soluções nutritivas exógenas para embriões avícolas, patenteada por Uni e Ferket (2003), pode contribuir como uma ferramenta eficiente para amenizar os impactos do déficit nutricional e contribuir na melhoria do desenvolvimento dos embriões, fornecendo nutrientes adicionais em período específico (Zhang et al., 2017).

A adoção dessa tecnologia visa fornecer ao embrião um aporte nutricional que irá estimular o desenvolvimento do sistema digestório do embrião na fase final da incubação, e assim proporcionar uma diminuição nos efeitos deletérios causados pelo déficit de nutrientes nos períodos pré e pós-eclosão (Foye et al., 2006). Ademais, Martins (2022) ressalta que, o contato do embrião com a dieta exógena *in ovo*, é fundamental para o amadurecimento precoce das suas funcionalidades metabólicas,

proporcionando ao pintinho recém-eclodido condições para utilizar os nutrientes dietéticos com maior eficiência digestiva e absorptiva.

Os nutrientes administrados *in ovo* possuem alguma ligação com determinada função metabólica das aves, e podem incluir desde fontes de energia, aminoácidos ou até mesmo agentes tróficos da mucosa intestinal Uni e Ferket (2004). Quanto à utilização dos aminoácidos, estudos já comprovam a viabilidade (Ohta et al., 1999), contribuindo para melhorias no aumento de peso do pintinho pós-eclosão, reservas energéticas, funções metabólicas e características de desempenho (AL-Murrani, 1982; Foye et al., 2006; Kadam et al., 2011; Moreira Filho et al., 2018; Ohta et al., 2001; Yang et al., 2019).

Por mais que a nutrição *in ovo* seja uma tecnologia promissora para a suplementação embrionária das aves já tendo demonstrado resultados em modelos experimentais, no geral são técnicas manuais e não aplicáveis em níveis industriais pelas empresas avícolas, devido às dificuldades em implantar a técnica gera incertezas em produção de larga escala (Jha et al., 2019). Ainda são necessárias algumas adequações em relação ao momento adequado para inoculação das substâncias e o período das vacinações *in ovo* nos incubatórios comerciais, pois a falta desta adequação é um dos principais fatores limitantes de adoção da técnica pelas empresas (Jochemsen; Jeurissen, 2002; Kidd; Ohta, 2001).

Outra questão importante é a padronização das quantidades e os tipos de soluções devem ser administradas *in ovo*, com as calibrações das máquinas, pois as variâncias entre as manipulações, compatibilidade entre vacina, diluente e a osmolaridade das substâncias inoculadas podem ocasionar desequilíbrios e até mesmo a morte do embrião Uni e Ferket (2003). Embora o ovo seja nutricionalmente completo, as quantidades dos seus constituintes (carboidratos, aminoácidos, lipídeos, vitaminas e minerais) não conseguem suprir as demandas energéticas de todo o período de desenvolvimento embrionário comprometendo assim a fase final da incubação e durante a eclosão (Gonzales et al., 2013). O acesso imediato a alimentação exógena logo após a eclosão proporciona melhor desempenho aos frangos de corte em idade de abate (Abed et al., 2011) uma vez que, as aves não conseguem mitigar os déficits nutricionais perinatais. No entanto, a disponibilidade de nutrientes poderá ser suprida na fase embrionária, e assim proporcionar um aporte nutricional da ave durante a transição alimentar (gema embrionária para fontes exógenas) e logística do incubatório.

Atualmente a grande parte dos estudos com utilização da técnica de fornecimento de nutrição *in ovo* focam seus objetivos na utilização de agentes tróficos da mucosa intestinal para melhoria da saúde intestinal e consequente melhoria do desempenho zootécnico, dentro dessa visão dois aminoácidos se destacam a glutamina e treonina.

### 3.2 Glutamina

Várias pesquisas já destacaram os benefícios da utilização de aminoácidos *in ovo* e sua relação com a melhoria da morfologia intestinal (EBRAHIMI et al., 2017; KERMANSHAHI et al., 2016), como também foi observado melhora em índices zootécnicos (Azhar et al., 2016).

A glutamina apresenta-se como o aminoácido mais abundante no fluído extracelular (Piva et al., 2001). Este aminoácido apresenta grande importância nos processos metabólicos e indispensável para o desenvolvimento celular e dos tecidos (Pierzynowski et al., 2001). Porto et al. (2015) relata o importante papel da glutamina para o desenvolvimento da mucosa e síntese proteica no intestino, Que vai em concordância com os estudos realizados por Reicher et al. (2022) a glutamina demonstrou funcionalidade sobre a reconstrução da mucosa intestinal devido a sua atuação como substrato energético para as células de proliferação rápido. Wu et al. (2013) alega que os frangos de corte necessitam de uma suplementação desse aminoácido no para atender as demandas nutricionais no desenvolvimento e saúde intestinal.

Quando trabalhado de maneira conjunta com nanopartículas de diamante contribuiu com o crescimento e maturação das células musculares de embriões de galinha (Grodzik et al., 2013).

Rahardja et al. (2018) obtiveram aumento na eclodibilidade e peso dos pintinhos recém-eclodidos e uma redução no período de incubação ocasionando precocidade no nascimento dos pintos associada a utilização da suplementação de glutamina *in ovo*. Zhou et al. (2007) ressaltam que a suplementação com glutamina pode ser uma alternativa para atender a demanda metabólica da ave por esse determinado aminoácido, e assim diminuir a degradação muscular em situações de estresse.

Salmandazadeh et al. (2020) ao avaliar o fornecimento de doses crescentes (20,30,40 e 50mg de gln) de glutamina *in ovo* concluiu que, a suplementação de Gln in

ovo em todas as doses apresentaram melhorias no peso dos pintinhos pós-eclosão, desempenho e resposta imune em frangos de corte. Oro et al. (2023) demonstraram o efeito da glutamina em conjunto com probiótico *in ovo* em frangos desafiados com *Salmonella Heidelberg*, melhorou a eclodibilidade e reparo da mucosa intestinal.

### 3.2.1 Treonina

A treonina é o terceiro aminoácido limitante de frangos de corte, depois da metionina e cisteína e lisina Kidd et al. (1997). Ela tem papéis importantes na síntese proteica, que é essencial para a manutenção da saúde e integridade intestinal (Faure et al., 2005; Star et al., 2012), participando na formação do colágeno e elastina Duarte et al. (2012). A treonina é considerado o aminoácido essencial mais utilizado no metabolismo intestinal das aves, uma vez que elas não são capazes de sintetizá-lo fazendo-se necessário a suplementação, pois a deficiência da Thr compromete o desempenho de frangos de corte. (Fernandez et al., 1994; Kidd, 2007)

A importância da Thr ainda pode ser associada à sua participação na síntese de proteínas e sua geração de produtos importantes para o metabolismo (Kidd et al., 1996). Faure et al.,(2007) relata que, em situações patológicas os mecanismos de defesa e reparo aumentam as exigências por Thr, e quando essa exigência não consegue ser suprida através da dieta, dá-se início a mobilização de proteínas para atender essa demanda. Considera-se que a maior proporção da treonina é utilizada em níveis intestinais principalmente na produção de mucina (Myrie et al., 2001).

As características da mucina produzida têm relação direta com a microbiota, nutrientes disponíveis e função imune (Corzo et al., 2007). A treonina é crucial para a produção de secreções digestivas que auxiliam nos processos digestivos e absorção dos nutrientes (Corzo et al., 2007; Sigolo et al., 2017). Najafi et al. (2017) conclui que, a Thr apresenta função imunomodulador contribuindo com a produção de anticorpos, que vai em concordância com o estudo de Moreira Filho et al. (2018), que ao suplementar treonina *in ovo* observaram melhoria da integridade intestinal de pintinhos desafiados com *Salmonella Enteritidis*, a suplementação reduziu os níveis de infecção da *Salmonella* na microbiota intestinal das aves. Em outro estudo realizado por Moreira Filho et al. (2019) também foi possível avaliar os efeitos benéficos da suplementação *in ovo* com treonina sobre o desenvolvimento morfológico da mucosa intestinal, e ainda

sobre as características de desempenho zootécnicos em frangos de corte entre 1 e 21 dias de idade. Dessa forma, a *The in ovo* pode proporcionar melhorias no desenvolvimento intestinal e conseqüentemente no desempenho de frangos de corte (Alabi et al., 2021).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO**

O experimento foi realizado no Laboratório de Avicultura localizado no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – Campus III Bananeiras/PB. Todas as práticas de manejo da presente pesquisa foram submetidas para aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais, do Centro de Biotecnologia, da Universidade Federal da Paraíba (CEUA/UFPB), número de protocolo n° 5726210721.

#### **4.1.2 Aquisição dos ovos distribuição dos tratamentos e início da incubação**

Foram utilizados 450 ovos adquiridos de um incubatório comercial situado Riacho das Almas – PE Os ovos foram Provenientes de matrizes da linhagem CobbMale com 33 semanas de idade e foram distribuídos em três tratamentos, utilizando 150 ovos por tratamento: solução salina 0,9% tratamento controle; solução de treonina 3,5%; solução de glutamina 3,5%. Posteriormente os ovos foram distribuídos em três incubadoras artificiais (IP130, incubador Premium Ecológica Ltda). Os ovos foram mantidos em condições normais de incubação com temperatura de 37,7 °C e umidade relativa de 60% com viragem a cada hora até 17,5 dias de incubação. No décimo primeiro dia de incubação (DE11), foi realizado a ovoscopia com o objetivo de descartar os ovos inférteis, com embriões mortos ou que apresentarem qualquer problema que pudesse contaminar o processo de desenvolvimento embrionário dos outros ovos durante a incubação. A inoculação das soluções in ovo foi realizada no 17,5 dias de incubação desenvolvimento embrionário seguindo a metodologia descrita por Uni e Ferket (2003).

#### **4.3 SUPLEMENTAÇÃO *IN OVO***

Para dar início ao processo de inoculação, todos os ovos foram higienizados como álcool etílico na concentração de 70% aspergido sobre os mesmos, em seguida perfurados na região da câmara de ar para disposição da solução inoculante. Todas as vidrarias e utensílios utilizadas no preparo das soluções foram autoclavadas e secas em

estufa, as soluções testadas foram preparadas tendo como base solvente solução 0,9%, na qual foi adicionado cada um dos solutos nutricionais em quantidades necessárias para obtenção das concentrações desejadas descritas posteriormente.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos experimentais

<b>Tratamento</b>	<b>Composição</b>	<b>Volume Total</b>
Salina (controle)	Cloreto de sódio – 0,9%	250mL
L- Glutamina P. A	7 g de L- Glutamina – 3,5%	250mL
L- Treonina P. A	7 g de L- Treonina – 3,5%	250mL

As soluções para inoculação (0,6 mL) foram aquecidas a 30°C e depositadas no líquido amniótico utilizando-se seringas de 1 mL e agulha estéreis de 21 G, direcionando assim, a agulha para a casca e procurando evitar que o embrião fosse atingido. Após a suplementação, o orifício perfurado na casca do ovo foi vedado com fita de micropore e em seguida, os ovos foram devolvidos para o nascedouro e mantidos à temperatura de 36,7°C. Todo o procedimento ocorreu em sala higienizada com temperatura média de 30°C.

#### **4.2.1 Eclosão, instalação das aves e distribuição da dieta**

Após a eclosão, 120 aves foram transportadas até o galpão experimental, e alojadas em boxes com dimensões de 1,0 x 0,8 m, coberto por cama de maravalha, telado e equipados com bebedouros, comedouros tubulares e lâmpadas de 60W para aquecimento. Foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 10 animais cada. As aves foram alimentadas com ração e água à vontade durante todo o período experimental e o programa de luz adotado foi de 24 horas diárias com luz natural e artificial.

Todas as aves receberam a mesma dieta, formulada principalmente por milho em grão e farelo de soja para as fases pré-inicial (1-7 dias) e inicial (8-21 dias) seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2017), e algumas alterações foram feitas embasadas nas recomendações do manual técnico da própria linhagem representados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição alimentar e nutricional das dietas formuladas para frango de corte na fase inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias)

Ingredientes (%)	Dietas Experimentais	
	Pré-inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)
Milho grão moído (8,51%)	58,6569	62,6492
Soja farelo (45%)	32,5955	28,7401
Farelo de glúten de milho (60%)	3,0000	3,7000
Fosfato bicálcico	2,0517	1,4834
Calcário	0,9857	0,9381
Óleo de soja	0,9855	1,1334
Sal comum	0,5067	0,4577
L-lisina	0,4172	0,3049
DL-metionina	0,3469	0,2313
L-treonina	0,1467	0,0619
L-triptofano	0,0072	-
Premix vitamínico-mineral	0,3000	0,3000
<b>Nutrientes calculados (%)</b>	<b>Composição nutricional</b>	
Energia met. kcal/kg	2975,0001	3050,0000
Proteína bruta %	22,2800	21,0600
Cálcio %	0,9710	0,8060
Fósforo disp. %	0,5000	0,3900
Sódio %	0,2250	0,2060
Cloro %	0,3491	0,3203
Potássio %	0,7764	0,7187
Met + Cis dig. %	0,9670	0,8390
Lis dig. %	1,3070	1,1354
Treo dig. %	0,8630	0,7500
Trip dig. %	0,2350	0,2100

#### 4.3 DESEMPENHO

As variáveis de desempenho avaliadas foram: ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave), conversão alimentar (g ração consumida/g ganho de peso). Para isso, os frangos foram pesados no início e no final de cada semana durante a fase inicial para determinar o ganho de peso semanal. O consumo de ração foi calculado como a diferença entre o total de ração fornecida e as sobras. Com base no consumo de ração e no ganho de peso, foi calculado a conversão alimentar.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (S1 = solução salina; S2 = solução de treonina 3,5%; S3 = solução de glutamina 3,5%). Os dados foram submetidos à análise de variância e interpretados pelo teste de pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar (versão 5.6, 2006).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho zootécnico aos 7 dias de idade pós-eclosão de frangos suplementados *in ovo* com aminoácidos estão apresentados na Tabela 3. O ganho de peso foi melhor ( $p<0,05$ ) para os tratamentos controle (solução salina) e suplementação com glutamina. O tratamento com suplementação de treonina apresentou pior ( $p<0,05$ ) média.

Para variável de conversão alimentar observou-se os piores ( $p<0,05$ ) valores de médias para os tratamentos controle e suplementação de glutamina e melhor ( $p<0,05$ ) valor de conversão para o tratamento com suplementação de treonina.

**Tabela 3.** Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 7 dias de idade submetidos à suplementação embrionária

Tratamento	Consumo de Ração (Kg)	Ganho de Peso (g)	Conversão Alimentar	Peso Corporal
Salina (controle)	155,630	60,410 <sup>a</sup>	2,64b	109,587
Glutamina	158,520	57,586a	2,75b	105,442
Treonina	155,010	51,898b	2,99 <sup>a</sup>	103,640
Média geral	156,552	56,349	2,80	107,254
EPM	2,433	1,217	0,048	1,912
P- Valor	0,4007	0,0025	0,0023	0,0814

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p<0,05$ ); (EPM) = Erro padrão da média.

A influência da alimentação *in ovo* sobre o desempenho zootécnico de frangos de corte aos 14 dias de idade estão apresentados na Tabela 4. Assim como aos 7 dias de idade, o consumo de ração (Kg) e peso corporal não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ). A suplementação com solução salina (controle) proporcionou maior ( $p<0,05$ ) ganho de peso e menor ( $p<0,05$ ) conversão alimentar.

**Tabela 4.** Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 14 dias de idade submetidos à suplementação embrionária

<b>Tratamento</b>	<b>Consumo de Ração (Kg)</b>	<b>Ganho de Peso (g)</b>	<b>Conversão Alimentar</b>	<b>Peso Corporal</b>
Salina (controle)	360,730	275,009a	1,31b	409,265
Glutamina	366,835	255,274b	1,43 <sup>a</sup>	407,750
Treonina	365,472	258,215b	1,45 <sup>a</sup>	402,500
Média geral	360,496	260,102	1,39	403,441
EPM	6,551	3,763	0,024	5,419
P- Valor	0,2548	0,0045	0,0072	0,2491

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); (EPM) = Erro padrão da média.

Não houve diferença para o consumo de ração, ganho de peso e peso corporal ( $p > 0,05$ ) aos 21 dias de idade. A conversão alimentar foi menor para o tratamento com suplementação de Glutamina e semelhante entre os tratamentos controle e suplementação de treonina. Estudos realizados por Lopes et al. (2006) utilizando a suplementação *in ovo* com glutamina encontraram resultados semelhantes ao presente estudo não apresentando diferença para os parâmetros consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos animais.

**Tabela 5.** Desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias de idade submetidos

<b>Tratamento</b>	<b>Consumo de Ração (kg)</b>	<b>Ganho de Peso (g)</b>	<b>Conversão Alimentar</b>	<b>Peso Corporal (g)</b>
Salina (controle)	635,065	374,916	1,69 <sup>a</sup>	843,435
Glutamina	626,222	359,678	1,66b	824,647
Treonina	628,000	368,579	1,70 <sup>a</sup>	829,407
Média geral	629,762	367,724	1,68	832,496
EPM	10,934	9,191	0,044	10,848
P – Valor	0,9454	0,0012	0,0124	0,6473

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); (EPM) = Erro padrão da média.

Consistentes com os achados no presente estudo, Salmanzadeh et al. (2020) investigando os efeitos da suplementação *in ovo* de Gln sobre o desempenho zootécnico de frangos de corte, observaram que o aminoácido aumentou o peso corporal dos pintainhos recém-eclodidos quando comparado com o tratamento sem suplementação (controle), além de todos os tratamentos com crescentes doses de Gln melhorarem a conversão alimentar de 0 a 10 dias de idade.

Alabi et al. (2021) utilizando Thr através da suplementação *in ovo* sobre o desempenho de frangos de corte, verificaram que o ganho de peso dos animais na segunda semana (8-14 dias) aumentou na dosagem de 45 mg/ovo em relação aos tratamentos sem injeção e em dosagens menores de Thr, concomitante ao observado para a variável de conversão alimentar, em que a essa mesma dosagem proporcionou menor média em relação aos demais tratamentos. Como observado no presente estudo, não houve significância para o consumo de ração. Os achados de Toghyani et al. (2019) e Shafey et al. (2014), em que avaliaram os efeitos da suplementação de aminoácidos *in ovo* sobre o desempenho de frangos de corte, se contrapuseram aos encontrados no presente estudo, não relatando diferença significativa na conversão alimentar tanto na injeção de aminoácidos individuais, quanto combinados.

Kadam et al. (2008) o peso corporal de animais alimentados *in ovo* com Thr em diferentes níveis (10, 20, 30 e 40%) foram maiores em comparação ao tratamento controle (sem suplementação). Pedroso et al. (2006) e Viera et al. (2006) também não encontraram relevância nos parâmetros de desempenho zootécnicos iniciais quando inocularam somente um aminoácido *in ovo*, sendo eles nas seguintes proporções Gln (0,10,20 ou 30mg) e Gln e lisina (1g/100ml).

Do mesmo modo, no presente trabalho foi suplementado *in ovo* somente um aminoácido por tratamento (treonina e glutamina). Portanto, em concordância com dados da literatura, é provável que suplementação embrionária com aminoácidos seja administrada de forma associada e não isolada, como constatada em outras pesquisas.

Uma possível explicação para essa hipótese, é que quando se inocula um aminoácido de maneira isolada, ele fica disponível em excesso, e isso pode ocasionar um desequilíbrio nos níveis dos outros aminoácidos presentes. Dessa maneira, segundo Aletor; Hamid; Niess (2000) esse aminoácido fica acima dos níveis aceitáveis pela

circulação sanguínea e para serem metabolizados necessitam de um maior gasto energético. Ferket et al. (2005) salientam que o sucesso na utilização da técnica não depende exclusivamente da composição e concentrações das soluções nutritivas, mas que devem ser lavados em consideração o volume e a osmolaridade das soluções injetadas na cavidade amniótica.

Ainda segundo Damasceno et al. (2017) essa sobrecarga de nutrientes pode ocasionar uma desordem osmótica na fisiologia do embrião resultando na morte do mesmo em fases intemediárias da incubação (dados não observados no presente estudo). Assim, as aves não conseguem potencializar seu desempenho metabólico devido a esse desequilíbrio.

## 6 CONCLUSÃO

A suplementação *in ovo* com os aminoácidos glutamina e treonina de maneira isolada não influenciou as características de desempenho zootécnico. Desse modo, torna-se necessário a realização de outros estudos avaliando a utilização dos aminoácidos em conjunto, como também, as inúmeras variáveis envolvidas no desenvolvimento da técnica, de modo que seja viável a sua aplicabilidade nas empresas avícolas produtoras de pintos de um dia, gerando resultados satisfatórios relacionados às características de desempenho zootécnico.

## REFERÊNCIAS

ABED, F.; KARIMI, A.; SADEGHI, G.; SHIVAZAD, M.; DASHTI, S.; SADEGHI-SEFIDMAZGI, A. Do broiler chicks possess enough growth potential to compensate long-term feed and water deprivation during the neonatal period?. **South African Journal of Animal Science**, v. 41, p. 33-39, 2011.

ALABI, J. O.; BHANJA, S. K.; FAFIOLU, A. O.; OLUWATOSIN, O. O.; ONAGBESAN, O. M.; MEHRA, M.; GOEL, A. Influence of in ovo threonine on growth performance, immunocompetence and carcass characteristics in broiler chickens. **The Indian Journal of Animal Sciences**, v. 90, n. 12, p. 1628–1637, 28 jul. 2021. Disponível em: <<https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAnS/article/view/113199>>.

ALETOR, V. A. et al. Dietas suplementadas com baixo teor de proteínas e aminoácidos em frangos de corte: efeitos no desempenho, características da carcaça, composição corporal total e eficiência na utilização de nutrientes. **Revista da Ciência da Alimentação e Agricultura**, v. 80, n. 5, p. 547-554, 2000.

AL-MURRANI, W. K. Effect of injecting amino acids into the egg on embryonic and subsequent growth in the domestic fowl. **British Poultry Science**, v. 23, n. 2, p. 171-174, 1982.

AWIS HAMZA, O.; ABDALLA HASSAN, H.; YEHIA FARROH, K. Effect of different sources of zinc in ovo injection on hatching traits, growth and some physiological parameters of broiler chicks. **Fayoum Journal of Agricultural Research and Development**, v. 36, n. 2, p. 160-174, 2022.

AZHAR, M.; RAHARDJA, D. P.; PAKIDING, W. Embryo development and post-hatch performances of kampung chicken by in ovo feeding of L-Arginine. **Media Peternakan**, v. 39, n. 3, p. 168-172, 2016.

CORZO, A.; KIDD, M. T.; DOZIER, W. A.; PHARR, G. T.; KOUTSOS, E. A. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 4, p. 574-582, 2007.

DAMASCENO, J. L.; CRUZ, F. G. G.; MELO, R. D.; FEIJO, J. C.; RUFINO, J. P. F.; VALENTIM, F. M.; OLIVEIRA, J. P. C. Inoculação de proteína isolada de soja em ovos embrionados oriundos de matrizes semipesadas com diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p1259-1266, 2017.

DIGNASS, A. U. Mechanisms and modulation of intestinal epithelial repair. **Inflammatory Bowel Diseases**, v. 7, 1 p. 68-77, 2001.

EBRAHIMI, M.; JANMOHAMMADI, H.; KIA, H. D.; MOGHADDAM, G.; RAJABI, Z.; RAFAT, S. A.; JAVANMAARD, A. The effect of L-lysine in ovo feeding on body weight characteristics and small intestine morphology in a day-old Ross broiler chicks. **Revue de Medecine Veterinaire**, v. 168, n. 4-6, p. 116-124, 2017.

FAURE, M.; MOENNOZ, D.; MONTIGON, F.; METTRAUX, C.; BREUILLE, D.; BALLÈVRE, O. Dietary threonine restriction specifically reduces intestinal mucin synthesis in rats. **Journal of Nutrition, Rockville**, v. 135, 3 p. 486-491, 2005.

FOYE, O. T.; UNI, Z.; FERKET, P. R. Effect of in ovo feeding egg white protein,  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate, and carbohydrates on glycogen status and neonatal growth of turkeys. **Poultry Science**, v. 85, n. 7, p. 1185-1192, 2006.

FERNANDEZ, S. R. et al. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, v. 73, n. 12, p. 1887-1896, 1994.

GONZALES, E.; CRUZ, C. P.; LEANDRO, N. S. M.; STRIGHINI, J. H.; BRITO, A. B. In ovo supplementation of 25(OH)D<sub>3</sub> to broiler embryos. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 15, p. 169-286, 2013.

GOEL, A. et al. Effects of in ovo administration of vitamins on post hatch-growth, immunocompetence and blood biochemical profiles of broiler chickens. **Indian J Anim Sci**, v. 83, n. 9, p. 916-921, 2013.

JHA, R. et al. Early nutrition programming (in ovo and post-hatch feeding) as a strategy to modulate gut health of poultry. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 82, 2019.

KADAM, M. M.; BAREKATAIN, M. R.; K BHANJA, S.; IJI, P. A. Prospects of in ovo feeding and nutrient supplementation for poultry: the science and commercial applications-a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 15, p. 3654-3661, dez. 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.6301>>.

KERMANSHAHI, H.; GOLIANA, A.; EMAMIA, N.K. Effects of in ovo injection of threonine on hatchability, intestinal morphology, and somatic attributes in Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Journal of Applied Animal Research**, v.45,

p.437-444, 2016.

LEITÃO, R. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H.; PEDROSO, A. A.; CHAVES, L. da S. Inoculação de glicose em ovos embrionados de frango de corte: parâmetros de incubação e desempenho inicial. **Brazilian Animal Science**, 2008.

LOPES, K. L. A. M.; PEDROSO, A.A.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; BARBOSA, C. E.; MACIEL, I. B. Efeito da inoculação de glutamina in ovo sobre o desempenho inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 8, n. 8, p. 103, 2006.

MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da incubação**. Campinas: FACTA, 2010.

MARTINS, L. K. S. A et al. **Efeitos de probiótico in ovo sobre o rendimento de incubação e as características morfofisiológicas de pintos de corte**. 2022.

MOGHADDAM, H. S.; MOGHADDAM, H. N.; KERMANSHAHI, H.; MOSAVI, A. H.; RAJI, A. The effect of threonine on mucin2 gene expression, intestinal histology and performance of broiler chicken. **Italian Journal of Animal Science**, v. 10, n. 2, p. 66-71, 2011.

MOREIRA FILHO, ALdB. et al. Enrichment of the amnion with threonine in chicken embryos affects the small intestine development, ileal gene expression and performance of broilers between 1 and 21 days of age. **Poultry science**, v. 98, n. 3, p. 1363-1370, 2019.

MOREIRA FILHO, A Ld B. et al. Intra-amnionic threonine administered to chicken embryos reduces Salmonella enteritidis cecal counts and improves post hatch intestinal development. **Journal of Immunology Research**, v. 2018, 2018.

MYRIE, S. B.; BERTOLO, R. F.; SAUER, W. C. Effect of common antinutritive factors and fibrous feed stuffs in pig diets on amino acid digestibilities with special emphasis on threonine. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 3, p. 609-619, 2006.

NICHOLS, N. L.; BERTOLO, R. F. Luminal threonine concentration acutely affects intestinal mucosal protein and mucin synthesis in piglets. **The Journal of Nutrition**, v. 138, n. 7, p. 1298-1303, 2008.

OHTA, Y. et al. Effect of amino acid injection in broiler breeder eggs on embryonic growth and hatchability of chicks. **Poultry Science**, v. 78, n. 11, p. 1493-1498, 1999.

OHTA, Y.; KIDD, M. T.; ISHIBASHI, T. Embryo growth and amino acid concentration profiles of broiler breeder eggs, embryos, and chicks after in ovo administration of amino acids. **Poultry Science**, v. 80, n. 10, p. 1430-1436, 2001.

DE SOUZA ORO, C. et al. Evaluation of probiotic and glutamine in ovo on broilers challenged with Salmonella Heidelberg. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 32, n. 1, p. 100328, 2023.

PEDROSO, A. A.; CHAVES, L. S.; LOPES, K. L. A. M.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H. Inoculação de nutrientes de matrizes pesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, mar., p.2018-2026, 2006.

PIERZYNOWSKI, S. G. et al. Glutamine in gut metabolism. Piva, A., Knudsen, KEB, Lindberg, JE Gut environment of pigs. **University Press**, p. 43-62, 2001.

PIVA, A.; KNUDSEN, K.E.B.; LINDBERG, J.E. Glutamine in gut metabolism. In: PIVA, A.; KNUDSEN, K.E.B.; LINDBERG, J.E. (eds). **Gut Environment of Pigs**. University Press, 2001. 260p.

RAHARDJA, D. P.; HAKIM, A. R.; LESTARI, V. Sri. Application of in ovo injection of L-Glutamine for improving productivity of Indonesian native chicken: hatchability and hatching time. In: IOP Conference Series: **Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2018. p. 012071.

RAO, R. K.; SAMAK, G. Role of glutamine in protection of intestinal epithelial tight junctions. **Journal of Epithelial Biology & Pharmacology**, v. 5, 1 p. 47-54, 2012.

REICHER, N. et al. Intra-amniotic administration of l-glutamine promotes intestinal maturation and enteroendocrine stimulation in chick embryos. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 2645, 2022.

ROSALEN, K.; CAMERINI, N. L.; PIAZZETTA, H. V. L.; BERENCHTEIN, B.; MOTA, D. A. Avaliação da temperatura corporal de frangos de corte usando imagens termográficas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 42176–42184, 2020. Disponível em:

<<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12460/10457>>.

RUFINO, J. P. F. et al. Efeito da L-lisina na alimentação in ovo de embriões avícolas. **Revista Científica de Avicultura e Suinocultura**, v. 4, n. 2, 2018.

SALMANZADEH, M. .; EBRAHIMNEZHAD;, Y. .; SHAHRYAR;, H. A.; KANDI, J. G. The Effects of in ovo Administration of Glutamine on Hatchability, Subsequent Performance, Digestive Enzyme Activities, Immune Response and some of Blood Parameter in Broiler Chickens. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 10, n. 3, p. 535–545, 2020.

SHAFEY, T. M.; MAHMOUD, A. H.; ALSOBAYEL, A. A.; ABOUHEIF, M. A. Effects of in ovo administration of amino acids on hatchability and performance of meat chickens. **South African Journal of Animal Science**, v. 44, n. 2, p. 123, 24 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/105709>>.

STAR, L.; ROVERS, M.; CORRENT, E.; VAN DER KLIS, J. D. Threonine requirement of broiler chickens during subclinical intestinal Clostridium infection. **Poultry Science**, v. 91, 3 p. 643-652, 2012.

UNI, Z.; FERKET, P. R. Enhancement of development of oviparous species by in ovo feeding patent 6, 592, 878. **North Carolina State University, Raleigh, NG**, 2003.

UNI, Z.; FERKET, R. P. Methods for early nutrition and their potential. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, n. 1, p. 101-111, 2004.

UNI, Z.; YADGARY, L.; YAIR, R. Nutritional limitations during poultry embryonic development. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 175-184, 2012.

VIEIRA, B.S.; FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A.; BORPES, D.M.; ROSA, P.S.; FURLAN, R.L. Administração in ovo de Plutamina e de lisina sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de franPos na primeira semana pós-closão. **Ars Veterinaria**, v. 22, n.3, p. 242-247, nov. 2006.

TOGHYANI, M.; TAHMASEBI, S.; MODARESI, M.; ALE SAHEB FOSOUL, S. S. Effect of arginine and threonine in ovo supplementation on immune responses and some serum biochemical attributes in broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 342–349, 2 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1828051X.2018.1529545>>.

WU, Q. J. et al. Glutamine alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, intestinal inflammatory response, and barrier integrity in broilers. **Poultry Science**, v. 97, n. 8, p. 2675-2683, 2013.

YANG, Tong et al. In ovo feeding of creatine pyruvate alters energy metabolism in muscle of embryos and post-hatch broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 6, p. 834, 2019.

ZHAO, M. M. et al. Effects of in ovo feeding of creatine pyruvate on the hatchability, growth performance and energy status in embryos and broiler chickens. **Animal**, v. 11, n. 10, p. 1689-1697, 2017.